

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 833 233

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

01 16166

⑤1 Int Cl⁷ : B 62 D 17/00, B 60 G 15/07

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.12.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.06.03 Bulletin 03/24.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE
MICHELIN Société anonyme — FR et MICHELIN
RECHERCHE ET TECHNIQUE SA — CH.

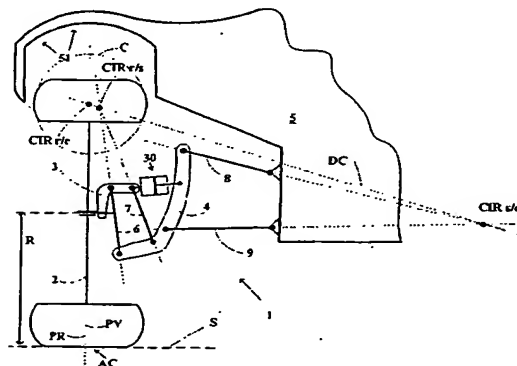
⑦2 Inventeur(s) :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : COMPAGNIE GÉNÉRALE DES ÉTA-
BLISSEMENTS MICHELIN -MICHELIN ET CIE.

⑤4 DISPOSITIF DE SUSPENSION D'UNE ROUE.

⑤7 Le dispositif de suspension (1) comprend un porte-
roue (3) articulé par rapport aux éléments de suspension (8,
9). Ce degré de liberté supplémentaire permet une variation
de l'angle de carrossage indépendamment du débattement
de la suspension et des déformations de ses éléments. Cette
variation du carrossage est contrôlée par un moyen de
contrôle actif (30).



FR 2 833 233 - A1



La présente invention concerne la liaison au sol des véhicules, en particulier les dispositifs de suspension, et plus particulièrement le guidage des roues. Les dispositifs de suspension ont deux fonctions principales qui doivent être assurées simultanément à tout moment lors du
5 fonctionnement. L'une de ces fonctions est celle de suspendre le véhicule, c'est à dire permettre des oscillations sensiblement verticales de chaque roue en fonction de la charge appliquée à cette roue. L'autre de ces fonctions est celle de guider la roue c'est à dire contrôler la position angulaire du plan de roue.

10 Dans la présente description le terme "roue" doit être compris au sens large comme l'élément roulant complet comprenant traditionnellement une roue (au sens le plus restrictif du terme "roue" dans le domaine automobile) et le cas échéant un pneumatique ou tout autre partie impliquée dans la liaison entre le moyeu et le sol. On comprendra bien dans ce qui suit que la constitution de la roue telle que définie ici n'est pas pertinente en soi.

15 On appelle "plan de roue" le plan, lié à la roue, qui est perpendiculaire à l'axe de la roue et qui passe par le centre de l'aire de contact avec le sol. La position angulaire du plan de roue par rapport à la caisse du véhicule est définie par deux angles, l'angle de carrossage et l'angle de braquage. L'angle de carrossage d'une roue est l'angle séparant, dans un plan transversal
20 perpendiculaire au sol, le plan de roue du plan médian du véhicule. Cet angle est positif lorsque la partie supérieure de la roue s'écarte du plan médian vers l'extérieur du véhicule, on parle alors couramment de "carrossage" ou de "carrossage positif". A l'inverse, lorsque cet angle est négatif, on parle de "contre-carrossage" ou de "carrossage négatif". L'angle de braquage d'une roue est l'angle séparant, dans un plan horizontal parallèle au sol, le plan de
25 roue du plan médian du véhicule.

Sur la plupart des véhicules, l'angle de carrossage (on emploiera indifféremment « carrossage » ou « angle de carrossage » par la suite) est fixe pour une position particulière de la suspension et du braquage c'est à dire qu'il ne peut théoriquement pas varier
30 indépendamment du débattement de suspension ou du braquage. Cependant, il subit des variations induites par les déformations des éléments constitutifs du dispositif de suspension provoquées par les efforts exercés par le sol sur la roue. Ces variations peuvent être importantes. Par exemple, un véhicule de tourisme courant voit son carrossage varier de plusieurs degrés sous les efforts transversaux développés sur le pneumatique dans une courbe,
35 indépendamment de la contribution du roulis de la caisse du véhicule (qui s'incline

généralement dans le même sens sous l'effet de la force centrifuge). Cette variation « élastique » du carrossage fait augmenter le carrossage (le carrossage tend vers des valeurs positives) pour la roue extérieure au virage. Inversement, le carrossage diminue (il tend vers des valeurs négatives) pour la roue intérieure au virage. On intègre depuis longtemps ces variations prévisibles dans les compromis de conception ou de réglage des dispositifs de suspension de ces véhicules courants afin de limiter les effets néfastes qu'elles ont sur le fonctionnement de la liaison au sol.

Le carrossage a en effet une grande influence sur le comportement du véhicule et les performances de la liaison au sol. En particulier, les performances d'un pneumatique sont très variables en fonction de la configuration de son aire de contact au sol et cette configuration dépend en grande mesure du carrossage. Ce sont ces variations qui motivent principalement le choix de l'angle de carrossage statique. Ainsi, par exemple, on introduit généralement un carrossage statique négatif important sur un véhicule de compétition afin de compenser les variations dues aux déformations sous effort transversal du pneumatique et des éléments de suspension pourtant bien plus rigides que sur les véhicules de tourisme et au roulis de la caisse. Cette configuration est à la fois utile et acceptable en compétition car les critères d'adhérence en virage y sont prédominants. Au contraire, sur un véhicule de tourisme, l'usure des pneumatiques et la stabilité en ligne droite ayant plus de poids dans le compromis recherché, on choisit un carrossage statique initial très faiblement négatif et on s'accommode de poussées de dérives réduites, lorsque les déformations du pneumatique et des éléments de la liaison au sol sous les efforts latéraux voient leurs effets sur le positionnement du plan de roue s'additionner aux effets du roulis du véhicule.

Dans le but d'optimiser le carrossage, en particulier lors d'accélération transversales, on a conçu des dispositifs de suspension dont le carrossage varie en fonction du débattement vertical de la roue. De cette manière, le roulis pris par la caisse du véhicule peut induire une variation utile du carrossage qui vienne compenser en partie ou totalement l'inclinaison de la caisse du véhicule et les déformations décrites plus haut. C'est le cas des systèmes appelées « multi-bras ». Ces dispositifs exigent une conception et une architecture de véhicule spécifiques, qu'on ne peut pas, pour des raisons d'encombrement et de prix de revient, mettre en œuvre sur la plupart des véhicules actuels. Ces systèmes ne réagissent qu'à la conséquence (débattement, roulis) d'une accélération transversale ce qui retarde l'effet de la correction.

De plus, pour permettre une variation suffisante du carrossage, la cinématique de ces systèmes imposent des déplacements de la position de l'aire de contact par rapport au véhicule, appelées

« variations de voie » et ces variations peuvent également constituer une gêne. L'amplitude des corrections de carrossage rendues possibles par de tels systèmes est donc relativement limitée lorsque l'on veut respecter le compromis nécessaire à un bon fonctionnement des autres cas de charge comme le roulage sur route bosselée, le pompage unilatéral ou au contraire simultané.

5

Du point de vue cinématique, en termes de degrés de liberté, les dispositifs de suspension n'ont en général qu'un degré de liberté (de la roue ou du porte-roue par rapport au véhicule). Ce degré de liberté permet des mouvements de suspension verticale qui, comme on vient de le voir, peuvent être combinés à des variations de carrossage limitées.

10

De la publication de demande de brevet WO01/72572, on connaît également des systèmes de suspension permettant un degré de liberté supplémentaire de carrossage. Un problème que l'on rencontre avec les systèmes décrits dans ce document est un problème d'encombrement, de volume nécessaire au fonctionnement du dispositif de suspension. Cette contrainte souvent qualifiée de contrainte "packaging" correspond à plusieurs attentes du marché automobile actuel.

15

En effet, le volume intérieur du véhicule est, pour une catégorie de véhicules donnée, un élément déterminant du choix des acheteurs finaux. C'est pourquoi, les constructeurs s'efforcent de limiter au maximum le volume intérieur "perdu" du fait du volume occupé par des parties mécaniques. C'est par exemple pour ces raisons que les moteurs sont souvent montés transversalement et que les systèmes de suspension avant MacPherson et les essieux arrières torsibles ont connu un tel succès sur les véhicule de classe moyenne et inférieure. Un autre facteur de contraintes "packaging" est le design de la carrosserie des véhicules. Le style actuel attache en effet une grande importance à ce que les ailes soient le plus proche possible des roues. C'est pourquoi, on détermine souvent la forme finale des passages de roue et des ailes à partir de l'encombrement des roues dans la version la plus volumineuse prévue en tenant compte des débattements de suspension et de braquage et en ajoutant une légère marge. Cette marge ne suffit même pas toujours pour permettre le montage d'équipements hivernaux tels que des chaînes à neige.

20

25

30

Dans ces conditions, le fait de permettre un débattement de carrossage représente un recul certain vis à vis de ces attentes du marché. Par exemple si, comme le permettent les systèmes décrits dans le document WO 01/72572, on autorise un carrossage de 15° de part et d'autre du plan moyen, on doit, pour une roue de 300 mm de rayon, prévoir entre 120 et 240 mm

35

d'excursion latérale de la partie supérieure de la roue de part et d'autre de sa position moyenne selon les différents modes de réalisation envisagés. Cette excursion doit bien sûr être prise en compte lors de la conception du véhicule. Elle peut par exemple avoir pour conséquence, la nécessité d'élargir d'une distance comparable les ailes pour prévoir une distance suffisante vis à vis de la roue et également d'élargir d'autant les passages de roues vers l'intérieur de l'habitacle. Cette conséquence n'est pas toujours acceptable par le marché comme on l'a décrit plus haut.

Un objectif de l'invention est un dispositif de construction simple, qui autorise un contrôle actif du carrossage sensiblement indépendamment des oscillations verticales de la suspension et, plus généralement, des mouvements de la caisse du véhicule, et qui permette de minimiser le volume décrit par la roue dans sa partie supérieure c'est à dire au voisinage de la carrosserie du véhicule auquel elle est destinée.

Cet objectif est réalisé par un dispositif de support destiné à lier une roue à des éléments de suspension d'un véhicule, ladite roue de rayon 'R' étant destinée à reposer au sol, ledit dispositif de support comportant des moyens de carrossage conférant à ladite roue un degré de liberté de carrossage par rapport aux dits éléments de suspension, ledit dispositif de support étant caractérisé en ce qu'il est configuré de manière à ce que ladite roue admette, autour d'une position moyenne, un premier centre instantané de rotation situé dans un intervalle allant de R au dessus du sol à 2.5 R au dessus du sol, de préférence de 1.5 R à 2 R, ledit dispositif de support comprenant des moyens de contrôle aptes à influencer activement le carrossage de la roue. Ce dispositif de support remplace en fait le porte-roue rigide de l'état de la technique. On entend par « éléments de suspension » les éléments assurant la reprise de charge et conférant le débattement généralement vertical à la roue, comme les bras, les ressorts, les amortisseurs, les liaisons anti-roulis et le cas échéant les dispositifs de contrôle du braquage.

Selon un mode de réalisation le dispositif de support est configuré de manière à ce qu'il soit proche de l'équilibre dans ladite position moyenne en l'absence d'effort transversal exercé par le sol sur la roue dans l'aire de contact. De préférence, ledit premier centre instantané de rotation est situé transversalement au dessus de ladite aire de contact. De préférence encore, ledit premier centre instantané de rotation est situé sensiblement dans le plan de la roue.

De préférence, le dispositif de support de l'invention comprend un porte-roue et un support intermédiaire et ledit support intermédiaire est destiné à être lié à aux dits éléments de suspension.

Selon un mode de réalisation, le porte-roue est lié au support intermédiaire par des biellettes configurées de façon à permettre le mouvement de carrossage du porte-roue par un mouvement instantané de rotation du porte-roue par rapport au support intermédiaire.

5

Ledit degré de liberté de carrossage peut également être conféré par des déformations élastiques d'éléments déformables liant le porte-roue audit support intermédiaire.

Ledit support intermédiaire peut être constitué ou à tout le moins être solidaire de la partie inférieure d'une jambe de force d'un système de suspension Macpherson.

10

L'invention concerne également un dispositif de suspension pour véhicule comprenant le dispositif de support décrit ci-dessus.

Ce dispositif de suspension, qui est destiné à relier un porte-roue à une caisse d'un véhicule, ledit porte-roue étant destiné à porter une roue de rayon 'R', ladite roue étant destinée à reposer au sol par l'intermédiaire d'une aire de contact, comporte des moyens conférant au porte-roue, par rapport à la caisse, un degré de liberté de carrossage et un degré de liberté de débattement de suspension indépendants l'un de l'autre, et il est configuré de manière à ce que le mouvement de carrossage du porte-roue par rapport à la caisse admette, autour d'une position moyenne, un deuxième centre instantané de rotation situé dans un intervalle allant de R au dessus du sol à 2.5 R au dessus du sol. Le dispositif de suspension de l'invention comporte deux degrés de liberté permettant des mouvements de suspension et de carrossage indépendants. Le mouvement de carrossage de la roue ou du porte-roue par rapport à la caisse s'effectue autour d'un deuxième centre instantané de rotation situé dans la partie supérieure de la roue afin de limiter le volume décrit par la roue au voisinage de la carrosserie. Dans un mode de réalisation préféré, ledit deuxième centre instantané de rotation est situé dans un intervalle allant de 1.5 R à 2 R au dessus du sol.

De préférence ledit degré de liberté de carrossage peut être contrôlé par un moyen actif en fonction de paramètres de roulage dudit véhicule.

30

Enfin, l'invention concerne un véhicule équipé d'un tel dispositif de suspension.

Plusieurs modes de réalisation de l'invention vont être décrits afin d'en illustrer les caractéristiques et d'en exposer les principes. Naturellement, de nombreux autres modes de

35

réalisation de l'invention sont possibles comme le suggèrent les nombreuses variantes présentées.

- 5 -Fig 1: Schémas de principe et de fonctionnement d'un dispositif selon l'invention en vue longitudinale,
-Fig 2: Schéma du dispositif de la figure 1 en vue longitudinale lorsque l'on impose à la roue une configuration de carrossage négatif,
-Fig 3: Schéma du dispositif de la figure 1 en vue longitudinale lorsque l'on impose à la roue une configuration de carrossage positif,
10 -Fig 4: Schéma d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de l'invention sur la base d'une suspension MacPherson,
-Fig 5: Schéma d'un dispositif selon un troisième mode de réalisation de l'invention,
-Fig 6: Schéma d'un dispositif selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,

15 La figure 1 représente en vue longitudinale plane le principe d'un dispositif de support et d'un dispositif de suspension selon l'invention. Cette représentation plane (c'est à dire en 2 dimensions) est très commode car elle montrent bien ce en quoi les dispositifs selon l'invention se distinguent des dispositifs de l'état de la technique.

20 Le dispositif de suspension 1 comprend un porte-roue 3 destiné à maintenir le plan PR d'une roue 2, par rapport à la caisse 5 d'un véhicule. La roue, de rayon « R », est en appui sur le sol S par l'intermédiaire de son aire de contact AC. Le porte-roue 3 est lié au support intermédiaire 4 qui est lié à la caisse 5 par des moyens (6, 7, 8, 9) lui permettant deux degrés de liberté. Le mouvement de carrossage de la roue par rapport à la caisse 5 est permis par un liaison du porte-roue 3 avec le support intermédiaire 4 par des biellettes oscillantes 6 et 7. Le mouvement de débattement de suspension est permis par une liaison du support intermédiaire 4 avec la caisse 5 par des bras (ou des triangles) supérieur 8 et inférieur 9. Ainsi, le dispositif de suspension 1 est configuré de manière à conférer au porte-roue, par rapport à la caisse 5, un degré de liberté de carrossage puisque le porte-roue peut s'incliner par rapport à la caisse et un degré de liberté de débattement de suspension puisque le porte-roue peut effectuer des mouvements sensiblement verticaux de façon connue en soi, par exemple à la manière des systèmes « multi-bras » ou « double triangle ».

30

Le dispositif de support de l'invention est essentiellement constitué du porte-roue 3, du support intermédiaire 4 et des biellettes 6 et 7. Ce dispositif autorise un degré de liberté de carrossage

de la roue par rapport au support intermédiaire et donc par rapport aux éléments de suspension liés à celui-ci.

Le mouvement du porte-roue 3 par rapport au support intermédiaire 4 admet un premier centre
5 instantané de rotation (CIR r/s). Le mouvement de carrossage du porte-roue par rapport à la
caisse admet un deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c). Le mouvement du support
intermédiaire 4 par rapport à la caisse 5 admet un troisième centre instantané de rotation (CIR
 s/c). En appliquant l'hypothèse classique d'une liaison ponctuelle de la roue 2 sur le sol S, la
théorie de la colinéarité des centres instantanés de rotation dans un mouvement plan permet de
10 situer le deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) du mouvement de carrossage à
l'intersection du plan de roue PR et de la droite (DC) portant les premier et troisième centres
instantanés de rotation. Cette théorie cinématique est d'usage courant dans le domaine de la
liaison au sol. On comprend alors que c'est le choix de la configuration, c'est à dire des
dimensions et de l'orientation des différents éléments constitutifs du dispositif de suspension
15 qui (en définissant les positions des axes caractéristiques) permet d'obtenir une position voulue
du deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) du mouvement de carrossage de la roue par
rapport à la caisse sous effort transversal. La figure 1 représente le dispositif de suspension
dans une position moyenne, que l'on pourrait définir comme la position correspondant au
roulage en ligne droite sur un sol plat, le véhicule portant sa charge nominale. Le carrossage
20 statique est représenté ici sensiblement nul, le plan de roue PR est confondu avec le plan PV
passant par le deuxième centre instantané (CIR r/c) et parallèle au plan médian du véhicule.
Cette figure montre le fonctionnement cinématique du dispositif de l'invention.

Le moyen de contrôle 30, que l'on a représenté ici sous la forme d'un vérin, agit sur la position
25 relative du porte-roue 3 et du support intermédiaire 4. Il commande donc l'orientation du plan
de roue PR par rapport au support intermédiaire 4. Cette commande, combinée à l'orientation
du support intermédiaire 4 par rapport à la caisse (orientation généralement variable lors des
mouvements de débattement de suspension) détermine le carrossage de la roue par rapport à la
caisse. L'orientation effective de la roue par rapport au sol est de plus influencée par
30 l'orientation de la caisse par rapport au sol S, c'est à dire par le roulis de caisse. La prise de
roulis de la caisse correspond en fait à une inclinaison par rapport au sol du plan de référence
PV lié au véhicule.

Dans la configuration représentée, le centre instantané de rotation de la roue par rapport à la
35 caisse lors des mouvements de carrossage (CIR r/c) se situe donc dans la partie supérieure du

volume occupé par la roue. Plus précisément, le centre instantané de rotation (CIR r/c) se situe de préférence sensiblement au centre du cercle (C) dans lequel s'inscrit la section de la partie supérieure de la roue. Cette configuration présente un grand intérêt en terme d'encombrement vis à vis de la carrosserie comme on le voit encore plus clairement sur les figure 2 et 3.

5

Les figures 2 et 3 représente l'exemple de la figure 1 dans deux situations opposées en terme de carrossage. Sur la figure 2, la roue 2 a pivoté (autour du point CIR r/c) d'une dizaine de degrés vers l'extérieur du véhicule, c'est à dire dans le sens du carrossage négatif. Sur la figure 3, la roue 2 a pivoté (autour du point CIR r/c) d'une dizaine de degrés vers l'intérieur du véhicule, c'est à dire dans le sens du carrossage positif. Ces mouvements sont commandés par le vérin 30.

10

Par exemple, la figure 2 peut représenter le cas d'une roue gauche d'un véhicule engagé dans une courbe à droite et la figure 3, le cas de cette même roue gauche du même véhicule engagé cette fois-ci dans une courbe à gauche.

15

En comparant les figures 1, 2 et 3, on visualise bien également les déplacements des centres instantanés de rotation. En effet, la construction géométrique décrite plus haut s'appuie sur des la position instantanée des différents éléments. Elle sera donc en théorie variable en fonction de la configuration. Un élément déterminant de cette variabilité est l'éloignement du troisième centre instantané de rotation (CIR s/c) du support intermédiaire 4 par rapport à la caisse 5 puisque cela détermine la pente de la droite DC. Un autre élément déterminant de cette variabilité est la variabilité propre de la position du premier centre instantané de rotation (CIR r/s) et la distance qui le sépare du plan de roue PR.

20

L'effet le plus spectaculaire (clairement visible à la comparaison des figures 1, 2 et 3) est le fait que la partie supérieure de la roue 2 ne se déplace pratiquement pas dans l'aile ou le passage de roue 51 de la carrosserie du véhicule. Seul le débattement vertical de la suspension doit alors être pris en compte dans le dessin de la carrosserie.

25

Un autre avantage de cette configuration concerne la variation de demi-voie lors des mouvements de carrossage. Si, dans une situation telle qu'une courbe à droite (selon la figure 2), le vérin 30 impose à la roue 2 un carrossage négatif, ce mouvement se faisant autour d'un point (CIR r/c) situé en haut de la roue 2, le bas de la roue (et donc l'aire de contact) est repoussé (par rapport à la caisse 5) vers l'extérieur de la courbe. Ceci correspond à ce que l'on appelle une variation de demi-voie positive. Cette caractéristique peut être avantageuse pour la

30

35

stabilité du comportement du véhicule et elle présente l'avantage de combattre le transfert de charge par un déplacement du centre de gravité de la caisse 5 vers l'intérieur de la courbe. Ainsi, la surcharge de la roue extérieure vis à vis de la roue intérieure au virage est réduite. Ceci est un facteur positif pour le potentiel d'adhérence global de l'essieu.

5

La figure 4 représente un autre mode de réalisation du dispositif de suspension dans lequel les principes décrits précédemment sont appliqués à un type particulier de système de suspension. Sur cet exemple, le mouvement de débattement de suspension est assuré par une jambe de force MacPherson 18 et un bras ou triangle inférieur 19. L'axe de pivot AP est l'axe autour duquel pivote la partie inférieure de la jambe de force pour permettre de diriger le véhicule de manière connue en soi. Sur cette jambe de force est articulé un porte-roue 3 par des biellettes 6 et 7. La partie inférieure de la jambe de force constitue dans ce mode de réalisation le support intermédiaire 4 de la figure 1. La configuration cinématique représentée est similaire à celle des figures précédentes. Cependant, dans l'exemple de la figure 4, le premier centre instantané de rotation (CIR r/s) du mouvement du porte-roue par rapport à ce support intermédiaire 18 qui se trouve à l'intersection des axes des biellettes 6 et 7 se situe de plus sensiblement dans le plan de roue PR ce qui constitue une configuration préférée. En vertu du principe de colinéarité énoncé plus haut, le deuxième centre instantané de rotation de carrossage (CIR r/c) est alors confondu avec le premier centre instantané de rotation (CIR r/s) du mouvement du porte-roue par rapport au support intermédiaire/jambe de force 18. Cette configuration procure au système un équilibre statique avantageux car même en l'absence de raideur au niveau des articulations des biellettes (comme c'est le cas pour des rotules ou des axes mécaniques), le dispositif est en équilibre dans sa position moyenne en l'absence d'effort transversal exercé par le sol (S) sur la roue dans l'aire de contact (AC). Ceci signifie que le moyen de contrôle ne subit aucun effort dans la position moyenne. Comme moyen de contrôle actif, on a représenté ici un vérin rotatif 30' intégré à la biellette 7. Ce vérin rotatif contrôle la position angulaire de la biellette 7 par rapport au support intermédiaire 18, son effet est donc comparable à celui du vérin télescopique 30 de la figure 1. Ce moyen de contrôle rotatif peut par exemple comprendre un vérin hydraulique à palette ou un ensemble moto-réducteur électrique. Ces moyens ou leurs équivalents sont connus en soi.

La figure 5 montre une architecture proche de celle de la figure 1. En effet, le degré de liberté de débattement de suspension est assuré ici par un système « multi-bras » ou « double triangle » connu en soi. Sur cet exemple, les bras 81 et 91 étant parallèles entre eux et horizontaux, la droite DC portant les centres instantanés de rotation est également horizontale.

La cinématique de ce dispositif se différencie de celui de la figure 1 en ce que, de manière semblable à celui de la figure 4, le premier centre instantané de rotation (CIR r/s) du mouvement du porte-roue 31 par rapport au support intermédiaire 41 est positionné sensiblement dans le plan de roue PR, pour une position moyenne de la roue 2 en terme de carrossage. Ainsi, ce point constitue également le deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) du mouvement de carrossage du porte-roue par rapport à la caisse. Bien que les caractéristiques cinématiques soient semblables, le dispositif de support, constitué du porte-roue 31, du support intermédiaire 41, des biellettes 6 et 7 et du moyen de contrôle 30, diffère également du fait que les biellettes travaillent ici globalement en compression au lieu de traction.

La figure 6 représente le cas d'un essieu rigide (ou brisé) comme on en trouve sur certains véhicules de tourisme et un grand nombre de véhicules utilitaires. L'essieu rigide 20 constitue ici le support intermédiaire. Sa liaison (non représentée) à la caisse du véhicule procure le mouvement de débattement de suspension de manière connue en soi. Le porte-roue 32 est, selon l'invention, lié par deux biellettes 6, 7 à l'essieu rigide 20, de manière à définir un premier centre instantané de rotation (CIR r/s) du mouvement du porte-roue par rapport à l'essieu/support intermédiaire 20 qui soit situé dans la partie supérieure du plan de roue. Selon les raisonnements exposés plus haut, le deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) du mouvement du porte-roue par rapport à la caisse du véhicule est alors, autour de cette position moyenne de la roue, confondu avec le premier (CIR r/s) car celui-ci est situé dans le plan de roue. Un moyen actif de contrôle (par exemple un vérin 30) permet de contrôler activement les mouvements du porte-roue par rapport à la suspension. Ce contrôle peut être commandé en fonction de paramètres de roulage du véhicule.

Les différents exemples des figures illustrent le fait que le dispositif de suspension de l'invention peut être réalisé à partir de principes de suspension très différents, pourvu que l'on obtienne la définition cinématique désirée. En particulier, les éléments que l'on a représentés dans des formes arbitraires peuvent prendre toute forme convenable permettant de positionner adéquatement les axes d'articulation et naturellement de supporter les contraintes de la liaison au sol. De même, les figures représentent des cas où l'articulation du porte-roue par rapport au support intermédiaire est une articulation « virtuelle » autour du premier centre instantané de rotation (CIR r/s), c'est à dire qu'elle n'est pas matérialisée par un axe mécanique mais elle résulte de l'articulation de plusieurs éléments. Le fait que cette articulation soit virtuelle permet de positionner le centre de cette rotation en tout point du plan y compris bien sûr dans

des zones occupées par des éléments mécanique fixes ou mobiles. Cet avantage est illustré dans les figures par des exemples montrant des articulations virtuelles autour de point situés dans le plan de la roue ou même au centre du volume occupé par la section du pneumatique. Une articulation mécanique, c'est à dire « non-virtuelle » comme un axe peut cependant être
5 utilisée lorsque la position choisie pour le premier centre instantané de rotation (CIR r/s) le permet.

Une particularité intéressante de l'invention est qu'elle est applicable à tous les schémas de suspensions connus puisque l'on ajoute à ces systèmes existants des éléments supplémentaires
10 permettant un degré de liberté de carrossage en plus du degré de liberté de suspension existant. Un avantage de ce dispositif de support ou de suspension est sa compacité qui permet de ne pas remettre en question la conception des véhicules courants. Une des caractéristiques essentielles de l'invention est qu'elle permet une variation du carrossage de chaque roue indépendamment des autres roues du véhicule et indépendamment du fait que la roue soit motrice ou directrice.

15 Les figures représentent en projection sur un plan orthogonal au sol et transversal au véhicule passant par le point d'application de la résultante des forces dans l'aire de contact, les principes et plusieurs modes de réalisation de l'invention. Cette représentation en deux dimensions est avantageuse afin d'illustrer clairement les caractéristiques essentielles de l'invention dont
20 l'objectif est une variation contrôlée du carrossage. Dans cette représentation, le mouvement de carrossage est une rotation dans le plan autour d'un point de pivot (centre instantané de rotation). Il ne faut cependant pas oublier qu'une rotation s'effectue en réalité (en trois dimensions) autour d'un axe de pivot, réel ou virtuel (axe instantané de rotation). Cet axe est représenté par un point dans la représentation plane. Cet axe peut être construit sensiblement
25 parallèle au plan du sol et à l'axe longitudinal du véhicule pour permettre les variations de carrossage visées. Cependant, en faisant varier l'orientation de cet axe, on peut créer, en plus des effets de carrossage, des effets supplémentaires de braquage, de pince, d'ouverture ou d'enroulement en fonction du carrossage. L'homme du métier sait, en procédant à des essais et/ou par des méthodes théoriques, déterminer l'orientation qu'il convient d'adopter en
30 fonction du comportement qu'il attend de ce dispositif. Des expérimentations ont par exemple montré qu'une inclinaison de 6° de cet axe de pivot de carrossage par rapport à l'horizontale permet d'induire un braquage lié au carrossage, selon un angle 10 fois inférieur à celui du carrossage. Ainsi pour un carrossage de 5°, le braquage est d'environ 0.5°. L'inclinaison de l'axe de pivot peut être obtenu par exemple en équipant le véhicule d'un dispositif dont le plan
35 de fonctionnement est incliné de 6° par rapport à la verticale.

Le dispositif de support ou le dispositif de suspension de l'invention peut être mis en œuvre dans le but de compenser les déformations des éléments de la liaison au sol des véhicules actuels et permettre de meilleures performances. C'est à dire que l'on peut employer le
5 dispositif de support ou le dispositif de suspension de l'invention pour garantir que le plan de roue reste, en toutes circonstances, sensiblement orthogonal au plan du sol ou légèrement incliné pour tenir compte également de la déformation éventuelle du pneumatique. Ce but est atteint par un dispositif dont l'amplitude de carrossage utile est de quelques degrés seulement. Mais, le dispositif de support ou le dispositif de suspension de l'invention peut également être
10 mise en œuvre dans le but de permettre une variation bien plus importante du carrossage, c'est à dire permettre un fonctionnement de la liaison au sol plus proche de celui d'une motocyclette que de celui des véhicules à trois roues et plus, actuellement sur le marché.

D'une façon générale, les figures représentent une roue 2 comportant un bandage pneumatique
15 mais l'invention s'adresse naturellement à tout type de roue avec ou sans bandage élastique, pneumatique ou non pneumatique, une caractéristique essentielle étant la position du centre instantané de rotation par rapport à l'aire de contact, quelle qu'elle soit.

De manière générale, les efforts exercés par le moyen de contrôle sont liés aux efforts
20 transversaux subis par la roue dans l'aire de contact puisqu'ils constituent la principale résistance que doit vaincre ledit moyen de contrôle. Il s'en suit que l'on peut, en connaissant les efforts qui transitent par le moyen de contrôler, en déduire avec une bonne précision les efforts transversaux de chaque roue. Cette connaissance des efforts transversaux est utile par exemple pour piloter des systèmes de sécurité ou de régulation du comportement du véhicule. A leur
25 tour, ces systèmes peuvent également participer au contrôle du carrossage grâce aux dispositifs de l'invention.

Les moyens de contrôle (représentés schématiquement sur les figures par un vérin télescopique
30 ou rotatif 30') peuvent prendre diverses formes. On peut par exemple mettre également en œuvre des vérins hydrauliques, des moteurs linéaires, des systèmes à vis entraînés par des moteurs électriques ou hydrauliques ou des moteurs électriques asynchrones auto-pilotés. Naturellement, les différents types de moyens de contrôle peuvent être librement combinés aux différentes configurations possibles du dispositif de l'invention bien que pour diverses raisons comme le coût ou la robustesse, certaines de ces combinaisons sont particulièrement
35 avantageuses.

- Ces moyens de contrôle peuvent être commandés en fonction de divers paramètres de roulage du véhicule (par exemple vitesse, accélération longitudinale ou transversale, position du volant, vitesse de rotation du volant, couple exercé sur le volant, roulis, vitesse de roulis,
- 5 accélération de roulis, lacet, vitesse de lacet, accélération de lacet, efforts sur les roues y compris la charge verticale, type de conduite ou comportement souhaité par le conducteur).

Revendications

1. Dispositif de support (3, 4, 6, 7, 30) destiné à lier une roue (2) à des éléments de suspension (8, 9) d'un véhicule, ladite roue (2) de rayon 'R' étant destinée à reposer au sol (S), ledit dispositif de support comportant des moyens de carrossage (6, 7) conférant à ladite roue un degré de liberté de carrossage par rapport aux dits éléments de suspension (8, 9), ledit dispositif de support étant caractérisé en ce qu'il est configuré de manière à ce que ladite roue (2) admette, autour d'une position moyenne, un premier centre instantané de rotation (CIR r/s) situé dans un intervalle allant de R au dessus du sol à 2.5 R au dessus du sol, ledit dispositif de support comprenant des moyens de contrôle (30) aptes à influencer activement le carrossage de la roue.
2. Dispositif de support (3, 6, 7) selon la revendication 1, ledit premier centre instantané de rotation (CIR r/s) étant situé, pour une position moyenne de la roue, dans un intervalle allant de 1.5 R au dessus du sol à 2 R au dessus du sol (S).
3. Dispositif de support selon l'une des revendications précédentes, configuré de manière à ce qu'il soit proche de l'équilibre dans ladite position moyenne en l'absence d'effort transversal (F_y) exercé par le sol (S) sur la roue (2) dans l'aire de contact (AC).
4. Dispositif de support selon l'une des revendications précédentes, configuré de manière à ce que ledit premier centre instantané de rotation (CIR r/s) soit, dans la position moyenne de la roue, situé transversalement au dessus de ladite aire de contact (AC).
5. Dispositif de support selon l'une des revendications précédentes, ledit premier centre instantané de rotation (CIR r/s) étant situé sensiblement dans le plan de la roue (PR).
6. Dispositif de support selon l'une des revendications précédentes, comprenant un porte-roue (3) et un support intermédiaire (4), ledit support intermédiaire étant apte à être lié aux dits éléments de suspension (8, 9).
7. Dispositif de support selon la revendication 6, le porte-roue (3) étant lié au support intermédiaire (4) par des bielles (6, 7) configurées de façon à permettre un mouvement

de carrossage du porte-roue par un mouvement instantané de rotation du porte-roue par rapport au support intermédiaire (4).

- 5 8. Dispositif de support selon l'une des revendications précédentes, ledit support intermédiaire étant solidaire de la partie inférieure d'une jambe de force (18) d'un système de suspension Macpherson.
- 10 9. Dispositif de suspension (1) pour véhicule comprenant le dispositif de support selon l'une des revendications précédentes.
- 15 10. Dispositif de suspension (1) selon la revendication 9 destiné à relier un porte-roue (3) à une caisse (5) d'un véhicule, ledit porte-roue étant destiné à porter une roue (2) de rayon 'R', ladite roue étant destinée à reposer au sol (S) par l'intermédiaire d'une aire de contact (AC), ledit dispositif de suspension comportant des moyens (4, 6, 7, 8, 9) conférant au porte-roue, par rapport à la caisse, un degré de liberté de carrossage et un degré de liberté de débattement de suspension sensiblement indépendants l'un de l'autre, ledit dispositif étant configuré de manière à ce que le mouvement de carrossage du porte-roue par rapport à la caisse admette, autour d'une position moyenne, un deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) situé dans un intervalle allant de R au dessus du sol à 2.5 R au dessus du sol.
- 20 11. Dispositif de suspension (1) selon la revendication 10, ledit deuxième centre instantané de rotation (CIR r/c) étant situé dans un intervalle allant de 1.5 R au dessus du sol à 2 R au dessus du sol.
- 25 12. Dispositif de suspension (1) selon l'une des revendications 9 à 11, comportant un support intermédiaire (4) lié d'une part au porte-roue (3) et destiné à être lié d'autre part à la caisse (5), la liaison du porte-roue au support intermédiaire permettant ledit degré de liberté de carrossage et la liaison dudit support intermédiaire à la caisse permettant ledit degré de liberté de débattement de suspension.
- 30 13. Véhicule équipé d'un dispositif de suspension (1) selon l'une des revendications 9 à 12.

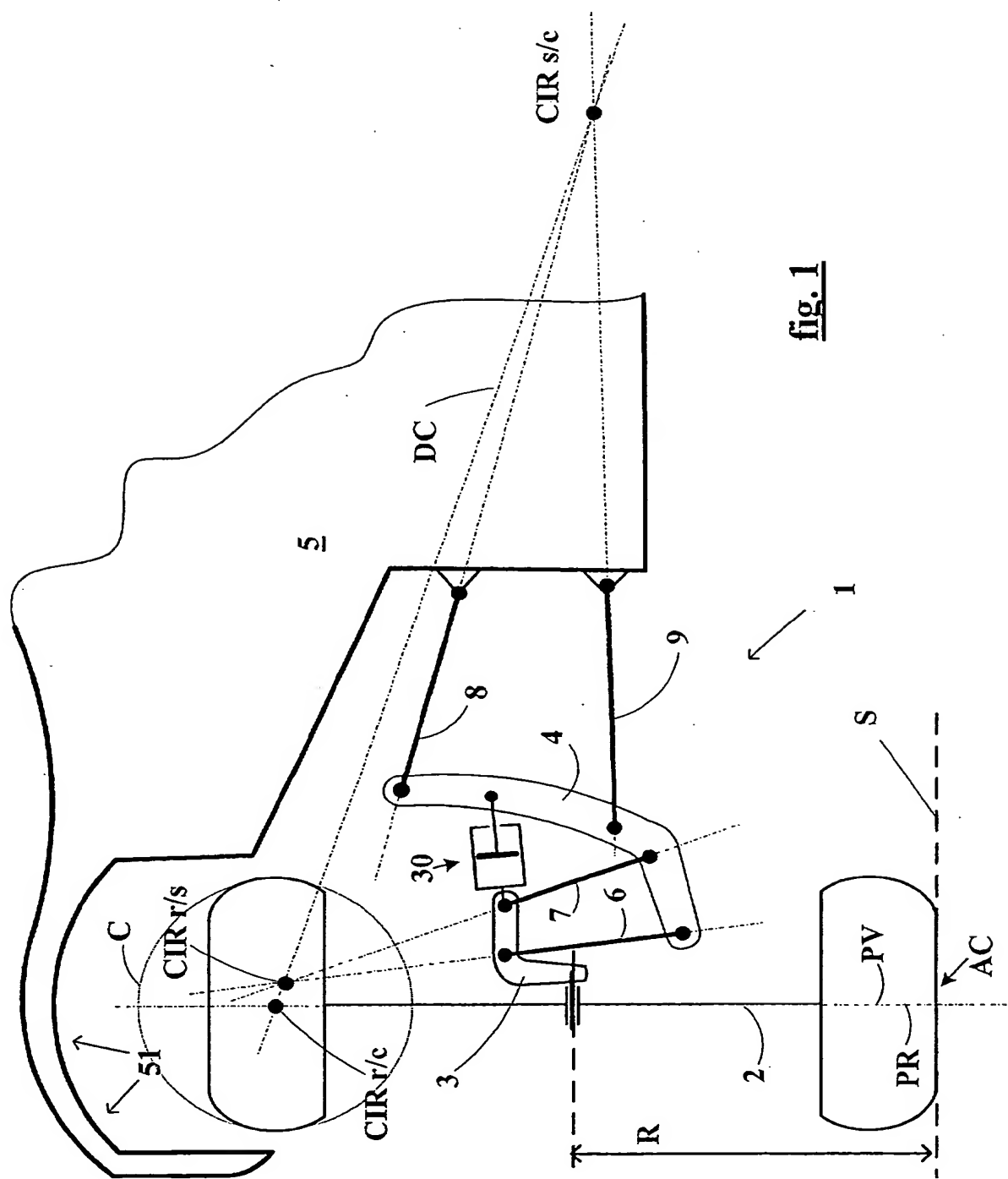
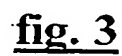


fig. 1



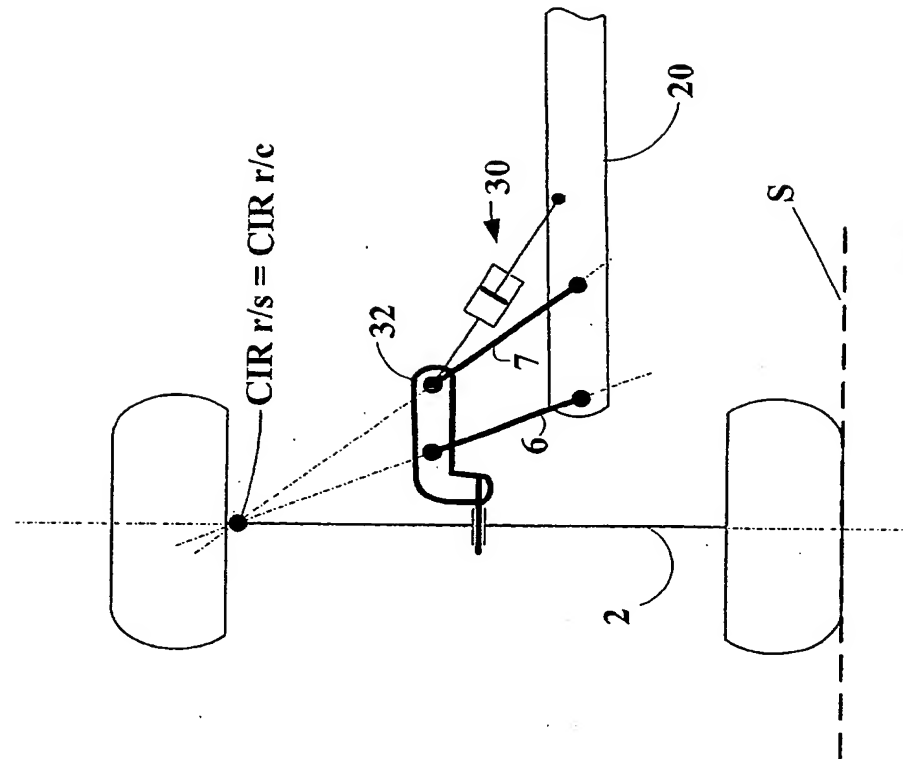


fig. 6

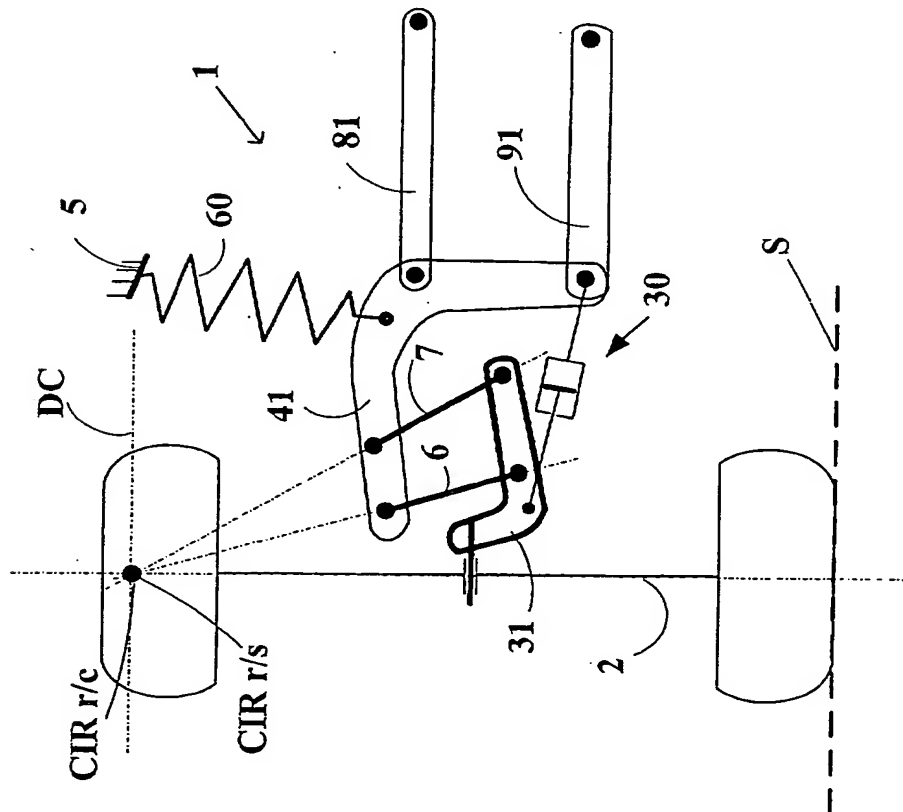


fig. 5



2833233

N° d'enregistrement
national

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 611821
FR 0116166

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 979 769 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 16 février 2000 (2000-02-16)	1-3, 6, 9, 12, 13	B62D17/00 B60G15/07
Y		7, 8	
A	* colonne 7, ligne 5 - colonne 8, ligne 35; figures 1-3 *	4, 5, 10	
Y	FR 2 806 693 A (CIE GENERALE DES ETABLISSEMENT) 28 septembre 2001 (2001-09-28)	7, 8	
A	* page 6, ligne 5 - ligne 14; figure 5 *	1, 10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B60G B62D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 septembre 2002		Savelon, O	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0116166 FA 611821**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-09-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 0979769	A	16-02-2000	DE	19836440 A1	24-02-2000
			EP	0979769 A2	16-02-2000
			US	2002036385 A1	28-03-2002
			US	6347802 B1	19-02-2002
FR 2806693	A	28-09-2001	FR	2806693 A1	28-09-2001
			AU	6381101 A	08-10-2001
			WO	0172572 A2	04-10-2001

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82